

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2005025458 A**

(43) Date of publication of application: **27.01.05**

(51) Int. Cl.
G08G 1/16
B60R 21/00
G01S 17/93
G06T 1/00
G06T 7/20
H04N 7/18

(21) Application number: **2003189615**

(22) Date of filing: **01.07.03**

(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

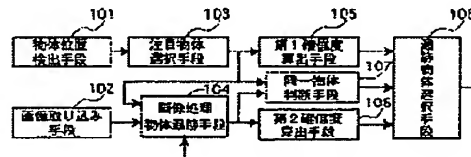
(72) Inventor: **TAKAHAMA MIGAKU**
KIMURA TAKESHI

(54) **OUTSIDE RECOGNITION DEVICE FOR VEHICLE** COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an outside recognition device for a vehicle capable of switching an image processed object among a plurality of objects in proper timing according to circumstances and capable of reducing a computing load for image processing.

SOLUTION: This outside recognition device for a vehicle is provided with a first certainty degree computing means 105 computing possibility that a selected object becomes an obstacle to own vehicle as a first certainty degree, a second certainty degree computing means 106 computing possibility that a tracked object becomes an obstacle to the own vehicle, as a second certainty degree, an identical object determining means 107 determining whether the selected object is identical to the tracked object or not, and a tracked object selecting means 108 selecting an object to be tracked by an image processing object tracking means according to the first certainty degree and the second certainty degree when it is determined that the selected object is not identical to the tracked object.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-25458

(P2005-25458A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G08G 1/16	G08G 1/16 C	5B057
B6OR 21/00	B6OR 21/00 624C	5C054
G01S 17/93	B6OR 21/00 624D	5H180
G06T 1/00	B6OR 21/00 626G	5J084
G06T 7/20	B6OR 21/00 627	5L096
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-189615 (P2003-189615)
 (22) 出願日 平成15年7月1日(2003.7.1)

(71) 出願人 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100119644
 弁理士 綾田 正道
 (74) 代理人 100105153
 弁理士 朝倉 悟
 (72) 発明者 高浜 琢
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 日産自動車株式会社内
 (72) 発明者 木村 健
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 日産自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5B057 AA16 DA02 DA07 DA08 DB02
 DC02 DC32

最終頁に続く

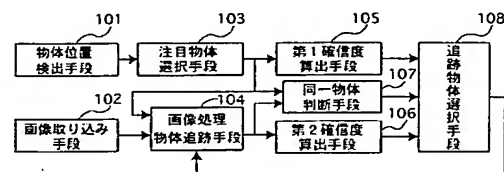
(54) 【発明の名称】 車両用外界認識装置

(57) 【要約】

【課題】複数の物体が存在するとき、画像処理する物体を状況に応じて適切なタイミングで切り換えることができ、画像処理の演算負荷を軽減できる車両用外界認識装置を提供する。

【解決手段】選択された物体が自車にとって障害物となる可能性を第1確信度として算出する第1確信度算出手段105と、追跡中の物体が自車にとって障害物となる可能性を第2確信度として算出する第2確信度算出手段106と、選択された物体と追跡中の物体が同一であるかどうかを判断する同一物体判断手段107と、選択された物体と追跡中の物体が同一ではないと判断されたとき、第1確信度と第2確信度に基づき、画像処理物体追跡手段で追跡する物体を選択する追跡物体選択手段108を設けた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車前方の物体位置を検出する物体位置検出手段と、
自車前方の状況を画像として取り込む画像取り込み手段と、
検出された物体位置に基づいて、自車にとって最も注目すべき物体を 1 つだけ選択する注目物体選択手段と、
選択された物体を初期的に参照し、取り込まれた画像の処理により物体を追跡する画像処理物体追跡手段と、
を備えた車両用外界認識装置において、
選択された物体が自車にとって障害物となる可能性を第 1 確信度として算出する第 1 確信度算出手段と、
追跡中の物体が自車にとって障害物となる可能性を第 2 確信度として算出する第 2 確信度算出手段と、
選択された物体と追跡中の物体が同一であるかどうかを判断する同一物体判断手段と、
選択された物体と追跡中の物体が同一ではないと判断されたとき、第 1 確信度と第 2 確信度に基づき、画像処理物体追跡手段で追跡する物体を選択する追跡物体選択手段と、
を設けたことを特徴とする車両用外界認識装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用外界認識装置において、
前記画像処理物体追跡手段の処理状態の信頼性を、画像処理信頼性として出力する画像処理信頼性出力手段を設け、
前記追跡物体選択手段は、選択された物体と追跡中の物体が同一であると判断されたとき、第 1 確信度と第 2 確信度と画像処理信頼性とに基づき、追跡する物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用外界認識装置において、
前記第 1 確信度と第 2 確信度と画像処理信頼性のうちの少なくとも 2 つ以上と、同一物体判断手段の判断結果とに基づき、後段へ出力する物体位置を選択的に決定する出力物体位置決定手段を設けたことを特徴とする車両用外界認識装置。

30

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、
前記追跡物体選択手段は、第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が高いとき、追跡中の物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、
前記追跡物体選択手段は、第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が低いとき、選択された物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、
前記追跡物体選択手段は、第 1 確信度と第 2 確信度が共に所定値よりも低いとき、選択された物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、
前記追跡物体選択手段は、第 1 確信度と第 2 確信度が共に所定値よりも高いとき、追跡中の物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、
前記追跡物体選択手段は、
画像処理信頼性が高いと判断されたとき、追跡中の物体を選択し、
画像処理信頼性が低いと判断されたとき、第 1 確信度または第 2 確信度の少なくとも一方

50

が所定値よりも高い場合には、追跡中の物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、前記追跡物体選択手段は、
画像処理信頼性が高いと判断されたとき、追跡中の物体を選択し、
画像処理信頼性が低いと判断されたとき、第 1 確信度または第 2 確信度の少なくとも一方が所定値よりも低い場合には、選択された物体を選択することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、前記出力物体位置決定手段は、
選択された物体と追跡中の物体が同一であると判断されたとき、選択された物体の縦（車間距離）方向位置と、追跡中の物体位置の横（車幅）方向を物体位置として決定し、
画像信頼性が低いと判断されたとき、選択された物体の縦方向位置と横方向位置を物体位置として決定することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし請求項 10 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、前記出力物体位置決定手段は、選択された物体と追跡中の物体が同一ではないと判断されたとき、
第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が高い場合には、追跡中の物体の縦方向位置と横方向位置を物体位置として決定し、
第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が低い場合には、選択された物体の縦方向位置と横方向位置を物体位置として決定し、
第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が高く、かつ、第 1 確信度と第 2 確信度が共に所定値よりも低い場合には、選択された物体の縦方向位置と横方向位置を物体位置として決定することを特徴とする車両用外界認識装置。

【請求項 12】

請求項 1 ないし請求項 11 のいずれか 1 項に記載の車両用外界認識装置において、前記出力物体位置決定手段は、選択された物体と追跡中の物体が同一ではないと判断されたとき、
第 1 確信度よりも第 2 確信度の方が低く、かつ、第 1 確信度と第 2 確信度が共に所定値よりも高い場合には、選択された物体と追跡中の物体の双方に対し、必要となる自車の制動力を演算し、より大きな制動力が必要となる方を物体位置として決定することを特徴とする車両用外界認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レーザレーダやミリ波レーダ等の測距センサと CCD カメラや CMOS カメラなどにより測距センサの検知物を冗長に捕捉することにより、より高精度に物体位置を検出するとともに、測距センサのロストを補うことを目的とする車両用外界認識装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザレーダが物体を検知した場合には、その物体位置に相当する画像領域についてステレオカメラにより冗長に物体検知することで信頼性の向上を狙った装置が提案されている。

【0003】

この装置では、カメラにより冗長検知する画像処理領域をレーダで検知した先行車位置に基づき限定するため、画像処理を高速に行うことが可能となるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【 特 許 文 献 1 】

特 開 平 7 - 1 2 5 5 6 7 号 公 報

【 0 0 0 5 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

しかしながら、上記従来技術にあつては、常にレーダと画像は同一物体を捕捉するため、図 1 8 のように操舵回避の後に低速車 B との接近が起こるシーン、または図 1 9 のように直進時でも停止車 A の近くをすり抜けるシーン等に対応できない。

【 0 0 0 6 】

つまり、常にレーダと同一の物体を画像で捕捉する場合では、一般的にカメラよりも視野角の狭いレーダが停止車 A (に接近するために、停止車 A) をロストして低速車 B を検知すると、画像処理対象も低速車 B に切り換える。このとき、停止車 A に接近し過ぎる状況が生じた場合には、システム全体でそれを検知できないという問題が生じる。ここで、画像処理により停止車 A と低速車 B の双方について追跡を行えば問題はないが、現在および近い将来における CPU 能力では、画像処理可能な物体数は 1 物体に限られてしまう。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、複数の物体が存在するとき、画像処理する物体を状況に応じて適切なタイミングで切り換えることができ、画像処理の演算負荷を軽減できる車両用外界認識装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

上述の目的を達成するため、本発明では、自車前方の物体位置を検出する物体位置検出手段と、自車前方の状況を画像として取り込む画像取り込み手段と、検出された物体位置に基づいて、自車にとって最も注目すべき物体を 1 つだけ選択する注目物体選択手段と、選択された物体を初期的に参照し、取り込まれた画像の処理により物体を追跡する画像処理物体追跡手段と、を備えた車両用外界認識装置において、選択された物体が自車にとって障害物となる可能性を第 1 確信度として算出する第 1 確信度算出手段と、追跡中の物体が自車にとって障害物となる可能性を第 2 確信度として算出する第 2 確信度算出手段と、選択された物体と追跡中の物体が同一であるかどうかを判断する同一物体判断手段と、選択された物体と追跡中の物体が同一ではないと判断されたとき、第 1 確信度と第 2 確信度に基づき、画像処理物体追跡手段で追跡する物体を選択する追跡物体選択手段と、を設けたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

【 発 明 の 効 果 】

よって、本発明にあつては、追跡物体選択手段は、選択された物体と追跡中の物体が異なる場合には、選択された物体が障害物となる可能性と、追跡中の物体が障害物となる可能性とに基づいて、追跡する物体を選択するため、画像処理する物体を状況に応じて適切なタイミングで切り換えることができ、画像処理の演算負荷を軽減できる。

【 0 0 1 0 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、車両用外界認識装置の構成を示すブロック図である。この車両用外界認識装置は、物体位置検出手段 1 0 1 と、画像取り込み手段 1 0 2 と、注目物体選択手段 1 0 3 と、画像処理物体追跡手段 1 0 4 と、第 1 確信度算出手段 1 0 5 と、第 2 確信度算出手段 1 0 6 と、同一物体判断手段 1 0 7 と、追跡物体選択手段 1 0 8 とから構成される。

【 0 0 1 1 】

前記物体位置検出手段 1 0 1 は、検知物体との相対位置を出力する。画像取り込み手段 1 0 2 は、自車前方の画像を撮らえる。注目物体選択手段 1 0 3 は、物体位置検出手段 1 0 1 の出力に基づき自車にとって最も注目したい物体を 1 つだけ選択する。画像処理物体追跡手段 1 0 4 は、注目物体選択手段 1 0 3 で選択した物体を初期的に参照し、画像取り込

10

20

30

40

50

み手段 102 の画像の処理で物体を追跡する。

【0012】

前記第 1 確信度算出手段 105 は、注目物体選択手段 103 で選択した物体が自車にとって障害物となる可能性として第 1 確信度を算出する。第 2 確信度算出手段 106 は、画像処理物体追跡手段 104 で追跡中の物体が自車にとって障害物となる可能性として第 2 確信度を算出する。同一物体判断手段 107 は、注目物体選択手段 103 で選択された物体と、画像処理物体追跡手段 104 で追跡中の物体が同一であるか否かを判断する。

【0013】

前記追跡物体選択手段 108 は、第 1 確信度と第 2 確信度と同一物体判断手段 107 の判断結果に基づき、画像処理物体追跡手段 104 が追跡する物体を選択する。

10

【0014】

次に、実施の形態を実現する具体的実施例を説明する。

【0015】

(第 1 実施例)

第 1 実施例は、請求項 1、4、5、6 および 7 項に対応するものであり、画像処理可能な物体数が 1 物体のみというシステムにおいて、自車前方に複数の物体が存在する場合に、それらの画像処理を適切なタイミングで切り換えることにより、現実的なフュージョンシステムの構成を可能とする場合である。

【0016】

まず、構成を説明する。

20

図 2 は、第 1 実施例の車両用外界認識装置の構成を示すブロック図である。スキャニング式レーザレーダ（物体位置検出手段）1 で走査した結果から障害物候補を抽出するレーダ処理装置（注目物体選択手段）2 が接続され、このレーダ処理装置 2 では一つまたは複数の障害物候補に対して自車両を原点とする 2 次元（車間距離方向と車幅方向）座標値の算出と障害物候補の幅（大きさ）の算出が実施される。

【0017】

また自車前方の状況を高速に把握するプログレッシブスキャン式 CCD カメラ（画像取り込み手段）3 が搭載され、この撮像結果が画像処理装置（画像処理物体追跡手段）4 に接続される。この画像処理装置 4 ではレーダ処理装置 2 で捕捉した障害物候補の座標付近の画像データを記憶し、自車両のピッチング変動等によりレーダ検知物体をロストした場合に、画像処理により物体を検知する処理が実施される。

30

【0018】

レーダ処理装置 2 の出力、および画像処理装置 4 の出力は外界認識装置 5 に接続され、自車両の状態量を推定するために従属左右車輪速度を検出する車速検出装置 6 と、前輪操舵角を検出する操舵角検出装置 7 も接続される。このようなハード構成から、本発明の第 1 確信度算出手段、第 2 確信度算出手段、同一物体判断手段および追跡物体選択手段に相当する演算処理が行われ、これにより高度な車両用の外界認識システムが実施される。

【0019】

外界認識装置 5 では、レーダ処理装置 2 で検知した各物体位置と画像処理により追跡中の物体位置とを選択して自車両にとって障害物であるか否かを正確に判断し、その判断結果は自動ブレーキ制御装置 8 に接続される。そして、前後輪には任意な制動力を達成する負圧ブレーキブースタ 9 が接続され、自車両の自動ブレーキ制御 8 からの制動力指令電圧が負圧ブレーキブースタ 9 のソレノイドバルブに印加されることにより行われる。これらのレーダ処理装置 2 や自動ブレーキ制御装置 8 は、それぞれマイクロコンピュータとその周辺部品や各種アクチュエータの駆動回路などを備え、互いに通信回路を介して情報を送受信する。

40

【0020】

次に、作用を説明する。

[追跡物体選択制御処理]

図 3 ～ 図 5 は、追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートであり、本制御は、例

50

えば、100 [ms] 毎に実施される。

【0021】

ステップ201では、スキャニング式レーザレーダの検知した各物体の位置をR (Px_z0 [i], Py_z0 [i]) として読込む。ここで、添え字のxは横方向(車幅方向)の物体位置であって、yは縦方向の位置(車間距離)である。また、iとは各検知物のID番号で0以上の整数あり、z0とは今回の値を、z1は1サンプリング(100ms)過去の値を、znはnサンプリング過去の値を、それぞれ意味する。

【0022】

ステップ202では、CCDカメラ3から今回のサンプリングにおける撮像結果(画像)を取り込む。

10

【0023】

ステップ203では、ステップ201で検知した各物体(各ID番号)の中から、最も注目する物体を1物体選択する。具体的な流れを、図6のフローチャートに示す。

【0024】

ステップ203-1では、今回のサンプリングにおける自車両の車速Vspと舵角Strとヨーレートdφ/dtを読み込む。

【0025】

ステップ203-2では、ステップ203-1で求めた車速と舵角とヨーレートを用いて、下記の式(1)より自車の将来の移動軌跡を、自車の旋回半径として予測する。

$$R = V_{sp} / (d\phi / dt) \quad (\text{in case of } V_{sp} > 30 \text{ km/h}) \quad \dots (1) \quad 20$$

$$R = (lf + lr) / Str \quad (\text{in case of } V_{sp} \leq 30 \text{ km/h})$$

ここで、lf, lrは、それぞれ前輪から重心までの距離と、後輪から重心までの距離を表している。

【0026】

ステップ203-3では、ステップ201で読み込んだ検知物体の位置から自車と接触する可能性の最も高い相対速度ベクトルの向きを下記の式(2)から、自車両とギリギリで接触する場合の相対速度ベクトルの向きを下記の式(3)からそれぞれ求める。

$$\text{direction_C}[i] = \text{atan}(Px_z0[i] / Py_z0[i]) \quad \dots (2) \quad 30$$

$$\text{direction_L}[i] = \text{atan}((Px_z0[i] + W_z0[i] / 2 + w / 2) / (Py_z0[i])) \quad \dots (3)$$

ここで、wは自車の幅を表している。

【0027】

次に、自車に対する障害物候補の相対速度ベクトルの向きを下記の式(4)で算出し、これにより、検知物体が自車にとって障害物となり得る可能性を下記の式(5)により算出する。

$$\text{direction}[i] = \text{atan}(rVx_z0[i] / rVy_z0[i]) \quad \dots (4)$$

$$\text{Recog_rVxy}[i] = (-0.2 / \text{fabs}(\text{direction_L}[i] - \text{direction_C}[i])) \quad 40$$

$$* \text{fabs}(\text{direction_C}[i] - \text{direction}[i]) + 1.0 \quad \dots (5)$$

ここで、Recog_rVxyは接触する可能性があるときには0.8から1までの範囲を取り、可能性が低いほど小さい値となる、

【0028】

ステップ203-4では、式(1)で算出した自車の将来の移動軌跡Rから、下記の式(6)により検知物体と自車との接触可能性を求める。

$$\text{Recog_Dist}[i] = (-0.2 / w / 2) * \text{abs}(\text{hypot}(Py_z0[i], (Px_z0[i] - R) - R) + 1.0) \quad \dots (6)$$

ここで、hypot(p1, p2)は(p1*p1 + p2*p2)^{0.5}を返す引数であ 50

り、 $Recog_Dist[i]$ は接触する可能性があるときには 0.8 から 1 までの範囲を取り、可能性が低いほど小さい値となる。

【0029】

ステップ 203-5 では、式 (5)、(6) で算出した 2 つの接触可能性を 1 つの接触可能性に統合する。

$Rprob[i] =$

$func(Th_rVy_L, Th_rVy_H, rVy_z_0[i], Recog_rVxy[i], Recog_Dist[i]) \dots (7)$

ここで、 Th_rVy と Th_rVy_H は障害物判断方法の重みを決める適当な閾値である。 $func(a1, a2, a3, a4, a5)$ は図 7 に表されるような特性を持つ関数であり、縦方向の相対速度が小さいときには式 (6) の結果を重視し、相対速度が大きいときには式 (5) の結果を重視する。

【0030】

各物体について自車との接触可能性 $Rprob[i]$ を算出した後、すべての $Rprob[i]$ の中で所定以上高い物体の中から最も高い物体を 1 つだけ選択し、その物体 ID 番号を $select$ とする。すべての $Rprob[i]$ が所定以上とならない (障害物が存在しない) 場合には $select = -1$ とする。

【0031】

ステップ 204 では、ステップ 203 で $select < 0$ の場合には、ステップ 220 へ、そうでない場合にはステップ 205 へ進む。

【0032】

ステップ 205 では、画像処理による物体追跡を行っているか否かをフラグ: $IP_Tracking$ より調べる。このフラグは、画像処理によるトラッキングを行っている場合には $IP_Tracking = 1$ となり、そうでない場合には $IP_Tracking = 0$ となる。ここで、 $IP_Tracking = 0$ の場合にはステップ 206 へ、そうでない場合にはステップ 208 へ進む。

【0033】

ステップ 206 では、ステップ 203 で選択した物体の位置: $R(Px_z_0[select], Py_z_0[select])$ に基づく画像領域に関して、物体の抽出を行う (初回抽出処理と呼ぶ)。

【0034】

ステップ 207 では、ステップ 206 で初回抽出処理が成功した場合には、レーダ位置 $R(Px_z_0[select], Py_z_0[select])$ と画像のエッジ位置との関係付けを行い、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 1$ として設定して、ステップ 210 へ進む。初回抽出処理が失敗した場合には物体追跡フラグを $IP_Tracking = 0$ のままにしてステップ 220 へ進む。

【0035】

ステップ 208 では、前回の画像による物体追跡領域に基づき、物体追跡処理用の領域を定め、その領域内で物体追跡を実施する。

【0036】

ステップ 209 では、ステップ 208 の画像処理で物体を追跡できた場合には、画像処理から検出する物体の位置: $I(Px_z_0, Py_z_0)$ を算出する。画像では 1 物体しか処理しないため、 $I(Px_z_0, Py_z_0)$ はスカラーとなる。そして、物体追跡フラグは $IP_Tracking = 1$ のままでステップ 210 へ進む。画像による追跡処理が失敗した場合には物体追跡フラグを $IP_Tracking = 0$ のに設定してステップ 220 へ進む。

【0037】

ステップ 210 では、画像で検知した物体が自車にとって障害物となる可能性: $Ip rob$ を算出する。具体的な方法としては、ステップ 203 と同様である。ここで、 $Ip rob$ を算出する際には相対速度ベクトルに基づく判断は行わず、検知物の位置と自車の予測

10

20

30

40

50

進路に基づき（つまり $Recog_rVxy$ ではなく $Recog_Dist$ から） $Iprob$ を算出する。なぜならば、画像処理で算出した横方向位置は高精度であるが、縦位置の精度は悪いいため微分演算を必要とする相対速度がキレイに得られないからである。

【0038】

ステップ211では、画像で検知した物体とステップ203で選択したレーダ検知物が同一物体であるか否かの判断を行う。具体的には例えば下記の式（8）、（9）の双方を満足したら同一物体と判断する。ここで、レーダと画像が同一物体を捕捉中にはステップ220へ、そうでない場合にはステップ212へ進む。

$$abs \{ R(Px_z_0 [select]) - I(Px_z_0) \} < Th_Px1 \quad \dots (8)$$

10

$$abs \{ R(Py_z_0 [select]) - I(Py_z_0) \} < Th_Py1 \quad \dots (9)$$

ここで、 $abs(A)$ とは、 A （引数 $argument$ の頭文字）の絶対値を出力する関数である。また、 Th_Px1 とは横方向の検知位置の変化に関する閾値であって、 Th_Py1 とは縦方向の検知位置に関する閾値である。つまり、レーダ検知位置と画像の検知位置が所定よりも離れた場合には、双方で違う物体を検知している、ことを意味する。

【0039】

ここでは、双方の位置の隔たりから判断したが、レーザの位置に入れ替わりが生じた場合も同様に、レーダと画像では別の物体を検知していることになる。これを判断する例として、下記の式（10）、（11）の双方を満足するとレーダ検知物に入れ替わりが生じた

20

$$abs \{ R(Px_z_0 [select]) - R(Px_z_1 [select]) \} > Th_Px2 \quad \dots (10)$$

$$abs \{ R(Py_z_0 [select]) - R(Py_z_1 [select]) \} > Th_Py2 \quad \dots (11)$$

ここで、 Th_Px2 、 Th_Py2 とは前回と今回のサンプリング周期の間に物体の動きに関する許容値を表しています。つまり、今回と前回のサンプリングにおけるレーダで最も注目する物体が変わらなければ（入れ替わりが生じない場合には）、式（10）、（11）の左辺は比較的小さい値になり、これにより判断できる。

【0040】

30

ステップ212では、 $Iprob$ と $Rprob[select]$ から、下記の式（12）、（13）の双方を満たす場合にはステップ213へ進み、そうでない場合にはステップ214へ進む。

$$Rprob[select] < Th_Prob1 \quad \dots (12)$$

$$Iprob < Th_Prob1 \quad \dots (13)$$

ここで、 Th_Prob1 とは障害物ではないと確信できる程度の小さい値を意味している。

【0041】

ステップ213では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 0$ としてリセットする。これにより、次の画像処理ではステップ206においてレーダ検知物体の位置： $R(Px_z_0 [select], Py_z_0 [select])$ に基づき初回抽出処理が行われるため、請求項6記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ進む。

40

【0042】

ステップ214では、 $Iprob$ と $Rprob[select]$ から、下記の式（14）、（15）の双方を満たす場合にはステップ215へ進み、そうでない場合にはステップ216へ進む。

$$Rprob[select] > Th_Prob2 \quad \dots (14)$$

$$Iprob > Th_Prob2 \quad \dots (15)$$

ここで、 Th_Prob2 とは障害物であると確信できる程度の大きい値を意味している。

【0043】

ステップ215では、物体追跡フラグをIP_Tracking=1のままにセットする。これにより、次の画像処理ではステップ208において画像追跡物体の位置：I (Px_zo, Py_zo) に基づき追跡処理が実行されるため、請求項7記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ進む。

【0044】

ステップ216では、IprobとRprob[slct] から、下記の式(16)を満たす場合にはステップ217へ進み、そうでない場合にはステップ218へ進む。

$$Rprob[slct] < Iprob \quad \dots (16)$$

【0045】

ステップ217では、物体追跡フラグをIP_Tracking=1のままにセットする。これにより、次の画像処理ではステップ208において画像追跡物体の位置：I (Px_zo, Py_zo) に基づき追跡処理が実行されるため、請求項4記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ進む。

【0046】

ステップ218では、IprobとRprob[slct] から、下記の式(17)を満たす場合にはステップ219へ進み、そうでない場合にはステップ220へ進む。

$$Rprob[slct] > Iprob \quad \dots (17)$$

【0047】

ステップ219では、物体追跡フラグをIP_Tracking=0としてリセットする。これにより、次の画像処理ではステップ206においてレーダ検知物体の位置：R (Px_zo[slct], Py_zo[slct]) に基づき初回抽出処理が行われるため、請求項5記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ進む。

【0048】

ステップ220では、ステップ203などの確信度演算に用いる変数について過去値を更新し、終了する。

【0049】

このようにして、レーダ検知物体と画像追跡物体が異なる場合には、ステップ212から219の条件により画像での追跡処理をコントロールする。これにより、画像処理可能な物体数が1物体だけのシステムでも、前方に複数の物体が存在する場合に、状況に応じて適切な物体に関して画像処理を行うことが可能となり、フュージョンによる信頼性の高い外界認識系を現実的なプロセッサ構成で実現することが可能となる。

【0050】

次に、効果を説明する。

第1実施例の車両用外界認識装置にあっては、次に列挙する効果が得られる。

【0051】

画像処理装置4で検知した物体と、レーダ処理装置2が選択したレーダ検知物が同一物体ではないと判断された場合には、レーザレーダ1で検知した物体群の中で最も高い接触可能性Rprob[slct] と、画像処理装置4で検知した物体が自車にとって障害物となる可能性Iprobとの関係に応じて、追跡する対象を切り換えるため、常に自車にとって最も留意する必要がある物体を選択することができる。よって、画像処理領域を1物体に限定でき、画像処理の演算負荷を下げるができる(請求項1に対応)。

【0052】

Rprob[slct] がIprobよりも小さい場合には、画像の追跡を続行するため、レーダの視野角外に存在する物体であるが、自車と接近しているために注意する必要がある物体を見落とすことがなくなる(請求項4に対応)。

【0053】

Rprob[slct] がIprobよりも大きい場合には、画像の追跡を強制終了し、レーダ検知物を初回抽出処理により検知し直すため、適切なタイミングでレーダと同一物体を冗長に検知して信頼性を高めることができる(請求項5に対応)。

10

20

30

40

50

【0054】

R p r o b [s l c t] と l p r o b が共に T h _ P r o b 1 よりも小さい場合には、画像の追跡を強制終了し、レーダ検知物を初回抽出処理により検知し直すため、画像処理対象をレーダ検知物に切り換えることで、将来、障害物となるかもしれない物体に、早期に備えることができる（請求項6に対応）。一般に、レーダよりもカメラの方が広視野角であるため、このような場面は、レーダは車間距離方向に遠い物体を検知しているが、画像では横方向（車幅方向）に遠い物体であって自車の操舵回避で通過する直前のシーンである。

【0055】

R p r o b [s l c t] と l p r o b が共に T h _ P r o b 1 よりも大きい場合には、画像の追跡を続行するため、レーダ視野角外で検知できない物体とレーダで検知中の物体の双方について注意を怠らないシステム構成が可能となる（請求項7に対応）。

【0056】

図8に、レーダ検知物と画像検知物が異なる場合における、画像処理のアクションとその効果を示す。

【0057】

（第2実施例）

第2実施例は、請求項1、2、4、5～9項に対応するものであり、第1実施例はレーダ検知物体と画像検知物体が異なる場合に、画像処理する物体を状況に応じて適切に選択するものであるが、第2実施例では、これに加えてレーダ検知物体と画像検知物体が同じ場合における、画像処理への追跡処理をコントロールすることで、画像処理の位置精度が低い場合に対応するものである。なお、第2実施例の構成は図2に示した第1実施例の構成と同一であるため、説明を省略する。

【0058】

次に、作用を説明する。

〔追跡物体選択制御処理〕

図9、10は、追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。なお、第1実施例と同一部分には、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【0059】

ステップ307では、第1の実実施例のステップ207と同様であるが、これに加えて、画像処理が精度良く実施されることを意味するフラグ：I P _ S t a t e = 1 をセットする。このフラグが I P _ S t a t e = 0 の場合には、画像処理により物体追跡を行うことはできているが、検知位置精度は高くない場合を意味している。

【0060】

ステップ309は、第1実施例のステップ207とほぼ同様であるが、これに加えて、物体追跡フラグは I P _ T r a c k i n g = 1 としてセットされた場合には、画像処理による追跡での位置精度を調べ、精度良く実施されていれば I P _ S t a t e = 1 をセットする。追跡はできたが位置精度が悪い可能性がある場合には I P _ S t a t e = 0 にセットする。具体的な方法としては、エッジ検出により物体を検出した場合には I P _ S t a t e = 1 とセットし、パターンマッチングにより検出した場合には I P _ S t a t e = 0 をセットする。

【0061】

ステップ311は、第1実施例のステップ211と同様であるが、第1実施例ではレーダと画像が同一物体を検知している場合にはステップ220へ進んで本制御を終了したのに対し、ステップ321へ進む点が異なる。

【0062】

ステップ321では、下記の式（18）を満足する場合にはステップ322へ進み、そうでない場合にはステップ323へ進む。

$$I P _ S t a t e = 1 \quad \cdots (18)$$

【0063】

10

20

30

40

ステップ322では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 1$ のままにセットする。これにより、次の画像処理ではステップ308において画像追跡物体の位置： $I(Px_z0, Py_z0)$ に基づき追跡処理が実行される。そして、ステップ320へ行く。

【0064】

ステップ323では、式(17)を満足する場合にはステップ324へ進み、そうでない場合にはステップ325へ進む。

ここで、式(17)を流用したが、新たな閾値を設定しても良い。また、レーダの確信度を用いたが画像の確信度： $Iprob$ を用いても良い。

【0065】

ステップ324では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 1$ のままにセットする。これにより、次の画像処理ではステップ208において画像追跡物体の位置： $I(Px_z0, Py_z0)$ に基づき追跡処理が実行される。これにより請求項8記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ行く。

【0066】

ステップ325では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 0$ にリセットする。これにより、次の画像処理ではステップ206においてレーダ検知物体の位置： $R(Px_z0, [slct], Py_z0, [slct])$ に基づき初回抽出処理が行われるため、これにより請求項9記載の効果が得られる。そして、ステップ220へ行く。

【0067】

このようにして、レーダ検知物体と画像追跡物体が同じ場合では、検知物が障害物となる可能性の高さと画像処理による物体追跡位置精度に応じて画像での追跡処理の{続行}と{強制終了}とをコントロールする。これにより、画像処理での追跡位置精度が悪い場合には走行状況に応じて、冗長に検知することを優先する、或いは、位置精度向上を優先する、に対応することが可能となり、フュージョンによる信頼性の向上と位置精度の向上をを実現することが可能となる。

【0068】

次に、効果を説明する。

第2実施例の車両用外界認識装置にあつては、次に列挙する効果が得られる。

【0069】

画像で検知した物体とレーダ検知物が同一物体である場合には、画像処理による位置精度と、レーザレーダ1で検知した物体群の中で最も高い接触可能性 $Rprob[slct]$ と、画像処理装置4で検知した物体が自転車にとって障害物となる可能性 $Iprob$ との関係に応じて、追跡する対象を切り換える。すなわち、今のところ検知物が障害物にならないと判断できる場合に画像処理の信頼性が低いときは、追跡処理を一旦強制的に終了させ、より高精度な位置検出が画像から実施できるように画像処理を最初からやり直す。これにより、将来的に障害物となる場合に備えることができる。また、検知物が障害物の場合に画像処理の信頼性が低いときは、画像から算出される物体位置精度は多少低下するが、常に連続して障害物位置を求めることで、レーダとの冗長な物体検知系が構成でき、視野が狭いために近距離でロストする可能性のあるレーダのバックアップが可能となる(請求項2に対応)。

【0070】

画像追跡の位置精度が低いと判断された場合でも、レーダの確信度 $Rprob[slct]$ が所定値 Th_Prob2 よりも大きい場合には画像の追跡を続行するため、画像から算出される物体位置精度は多少低下するが、常に連続して障害物位置を求めることで、レーダとの冗長な物体検知系が構成でき、視野が狭いために近距離でロストする可能性のあるレーダのバックアップが可能となる(請求項8に対応)。

【0071】

画像追跡の位置精度が低いと判断され、かつ、レーダの確信度 $Rprob[slct]$ が所定値 Th_Prob2 以下である場合には、画像の追跡を一度強制終了し、以前から画

10

20

30

40

50

像で追跡していた物体＝レーダ検知物を再度、初期的な画像処理からやり直す。すなわち、画像追跡中に追跡物体の画像領域に多少の背景を含んでしまうことにより信頼性が低くなった場合、画像処理を最初からやり直すことで背景を再度除去できる。これにより、将来的に障害物となる場合に高精度な位置検出が画像から実施できるように備えることができる（請求項 9 に対応）。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 に、レーダ検知物と画像検知物が同一である場合における、画像処理のアクションとその効果を示す。

【 0 0 7 3 】

（第 3 実施例）

第 3 実施例は、請求項 1 ～ 1 2 項に対応するものであり、第 1、第 2 実施例は、画像処理する物体を限定するため、追跡処理をコントロールするものであるが、第 3 実施例では、これに加え、後段へ出力する物体位置を、シンプルに高精度化でき、かつ、適切な物体を選択して出力するものである。なお、第 3 実施例の構成は図 2 に示した第 1 実施例の構成と同一であるため、説明を省略する。

【 0 0 7 4 】

次に、作用を説明する。

〔追跡物体選択制御処理〕

図 1 2 ～ 1 6 は、追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。なお、第 1 および第 2 実施例と同一部分には、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

ステップ 4 1 3、4 1 9、4 2 5 では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 0$ としてリセットし、ステップ 4 2 6 へ進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ 4 1 5、4 1 7、4 2 2、4 2 4 では、物体追跡フラグを $IP_Tracking = 1$ のままにセットし、ステップ 4 2 6 へ進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ 4 2 6 では、式 (1 2)、(1 3) の双方を満たす場合にはステップ 4 2 7 へ進み、そうでない場合にはステップ 4 2 8 へ進む。

【 0 0 7 8 】

ステップ 4 2 7 では、縦方向の位置と横方向の位置とを、どちらもレーダ検知物の位置である $R(Px_z0[select], Py_z0[select])$ を後段へ出力し、ステップ 2 2 0 へ進む。

【 0 0 7 9 】

ステップ 4 2 8 では、式 (1 4)、(1 5) の双方を満たす場合にはステップ 4 2 9 へ進み、そうでない場合にはステップ 4 3 0 へ進む。

【 0 0 8 0 】

ステップ 4 2 9 では、衝突速度低減のための目標減速度を下記の式 (1 9) から演算し、このときのブレーキトルク、ブレーキ圧を下記の式 (2 0) から求める。これをレーダ検知物体と画像追跡物体とで比較し、強い制動力を必要とする物体位置を後段へ出力して、ステップ 2 2 0 へ進む。

$$\alpha_{cA} = (V_p^2 - V_c^2) / \{ 2 (L - L_t) \} \cdots (19)$$

$$\text{where, } V_p = V_c + V_r$$

$$T_{brk} = T_w - R_t R_{at} R_{def} (T_e - J_e dN_e) \cdots (20)$$

$$\text{where, } T_w = M v \alpha_{cA} R_w$$

ここで、式 (1 9) の α_{cA} は目標加速度、 V_c は自車速度、 V_r は物体との相対速度、 L は物体までの距離を、 L_t は目標車間距離を表している。また、式 (2 0) の T_{brk} はブレーキトルクを、 T_w は駆動軸トルクを、 R_t はトルコンの入出力軸の速度比から求まるトルク比を、 R_{at} は A T の変速ギア比を、 R_{def} はデフギア比を、 N_e は計測す

10

20

30

40

50

るエンジン回転数を、 dN はその時間微分値を、 T_e は N_e で決まるエンジンブレーキトルクを、 J_e はエンジンイナーシャを、 M_v は自車両の重さを、 R_w は車輪半径を、それぞれ表している。

【0081】

ステップ430では、式(16)を満たす場合にはステップ431へ進み、そうでない場合にはステップ432へ進む。

【0082】

ステップ431では、縦方向の位置と横方向の位置とを、どちらも画像検知物の位置である $I(P_x_z_0, P_y_z_0)$ を後段へ出力し、ステップ220へ進む。

【0083】

ステップ432では、式(17)を満たす場合にはステップ433へ進み、そうでない場合にはステップ220へ進む。

【0084】

ステップ433では、縦方向の位置と横方向の位置とを、どちらもレーダ検知物の位置である $R(P_x_z_0[slect], P_y_z_0[slect])$ を後段へ出力して、ステップ220へ進む。

【0085】

ステップ434では、式(18)を満足する場合にはステップ435へ、そうでない場合にはステップ436へ進む。

【0086】

ステップ435では、縦方向の位置はレーダ検知物の縦位置である $R(P_y_z_0[slect])$ を、横方向の位置は画像検知物体の横位置である $I(P_x_z_0)$ を後段へ出力して、ステップ220へ進む。

【0087】

ステップ436では、縦方向の位置と横方向の位置を、どちらもレーダ検知物の位置である $R(P_x_z_0[slect], P_y_z_0[slect])$ を後段へ出力して、ステップ220へ進む。

【0088】

このようにして、レーダ検知物体と画像追跡物体が同じか否か、および、障害物確信度、画像処理の信頼性にに基づき、物体位置を選択して後段へ出力する。このため、後段への出力位置をシンプルな構成で高精度化でき、かつ、適切な物体を選択して出力することが可能となる。

【0089】

次に、効果を説明する。

第3実施例の車両用外界認識装置にあっては、次に列挙する効果が得られる。

【0090】

画像処理による位置精度と、レーザレーダ1で検知した物体群の中で最も高い接触可能性 $Rprob[slect]$ と、画像処理装置4で検知した物体が自車にとって障害物となる可能性 $Iprob$ に基づき、後段へ出力する物体位置を選択的に決定するため、簡単に後段への出力する位置を高精度化することができる(請求項3に対応)。

【0091】

レーダと画像が同一の物体を追跡中と判断した場合には、後段への位置出力を、縦方向(車間距離)がレーダの出力、横方向(車幅方向)が画像検知物の出力となるように選択し、画像処理の信頼性が低い場合には、縦方向も横方向も共にレーダの出力を選択して後段に出力するため、シンプルに後段への出力する位置を高精度化することができる(請求項10に対応)。

【0092】

レーダと画像が同一物体を追跡していないと判断した場合、 $Rprob[slect]$ が $Iprob$ よりも小さい場合には、縦方向も横方向も共に画像検知物の位置を後段に出力し、 $Rprob[slect]$ が $Iprob$ よりも大きい場合には、縦方向も横方向も共にレ

10

20

30

40

50

レーダ検知物の位置を後段へ出力し、 $R_{prob}[select]$ と I_{prob} が共に所定値 Th_Prob1 よりも小さい場合には、縦方向も横方向も共にレーダ検知物の位置を後段へ出力するため、後段への出力する位置を状況に応じて適切に選択することができる（請求項11に対応）。

【0093】

レーダと画像が同一物体を追跡していないと判断した場合、 $R_{prob}[select]$ と I_{prob} が共に所定値 Th_Prob1 よりも大きい場合には、衝突速度低減のための目標減速度を演算し、このときのブレーキトルク、ブレーキ圧を求め、これをレーダ検知物体と画像追跡物体とで比較し、より大きな制動力が必要となる方の物体位置を後段へ選択して出力するため、レーダで検知中の物体と視野角外で検知できない物体の双方がともに障害物の場合に、自車にとってより適切な物体位置を後段へ出力することができる（請求項12に対応）。

【0094】

図17に、後段への検知物位置を出力する際の条件とその効果を示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】車両用外界認識装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施例の車両用外界認識装置の構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】第1実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】第1実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】注目する物体を選択する処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】関数 f_{unc} の特性を表すマップである。

【図8】レーダ検知物と画像検知物が異なる場合における、画像処理のアクションとその効果を示す図である。

【図9】第2実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】第2実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】レーダ検知物と画像検知物が同一である場合における、画像処理のアクションとその効果を示す図である。

【図12】第3実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図13】第3実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図14】第3実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】第3実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図16】第3実施例の追跡物体選択制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図17】後段への検知物位置を出力する際の条件とその効果を示す図である。

【図18】従来技術の問題点を示す説明図である。

【図19】従来技術の問題点を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 レーザレーダ
- 2 レーダ処理装置
- 3 CCDカメラ
- 4 画像処理装置
- 5 外界認識装置
- 6 車速検出装置
- 7 操舵角検出装置
- 8 自動ブレーキ制御装置
- 9 負圧ブレーキブースタ
- 101 物体位置検出手段
- 102 画像取り込み手段
- 103 注目物体選択手段
- 104 画像処理物体追跡手段

10

20

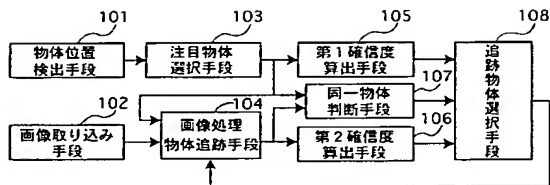
30

40

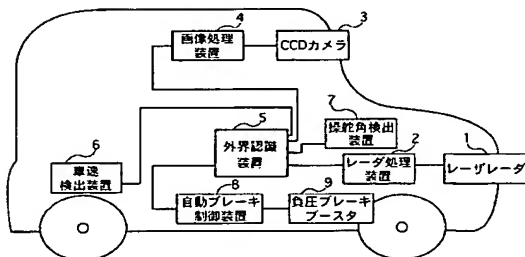
50

- 105 第1確信度算出手段
 106 第2確信度算出手段
 107 同一物体判断手段
 108 追跡物体選択手段

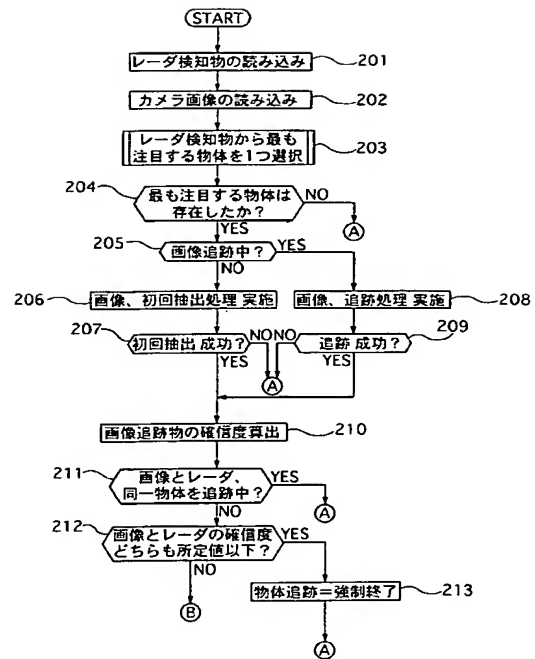
【図1】



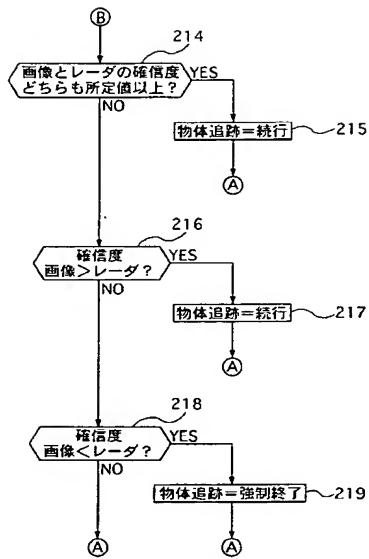
【図2】



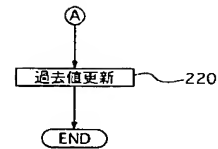
【図3】



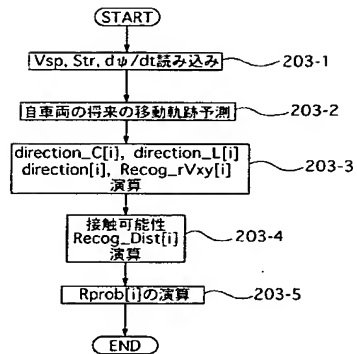
【図 4】



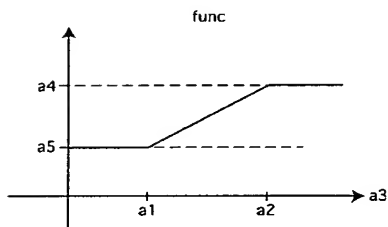
【図 5】



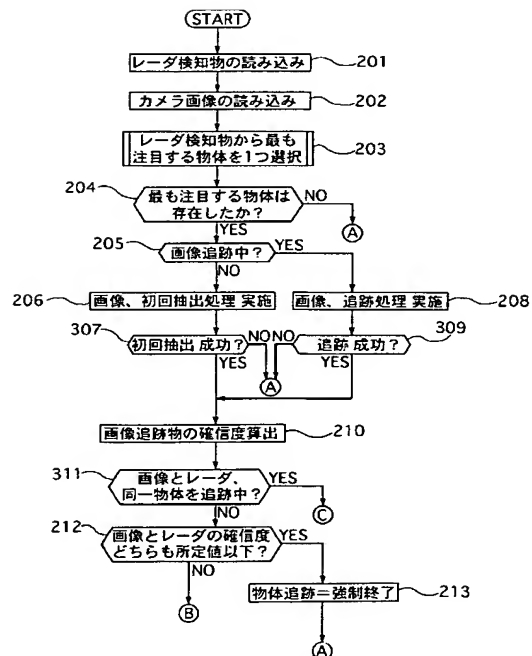
【図 6】



【図 7】



【図 9】

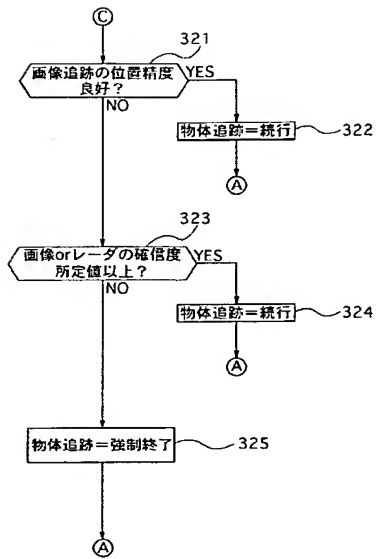


【図 8】

R確信度とはレーダ検知物の障害物確信度
C確信度とはカメラ画像処理で追跡中の物体の障害物確信度

条件	画像処理のアクション	効果
R確信度<C確信度	画像追跡 続行	画像処理する物体を適切に切り換えることが可能
R確信度>C確信度	画像追跡強制終了	
R確信度, C確信度<所定値	R検知物の位置に基づき初回抽出	画像は将来の危険に備える
R確信度, C確信度>所定値	画像追跡 続行	制動対象の正確な選択が可能

【図 10】

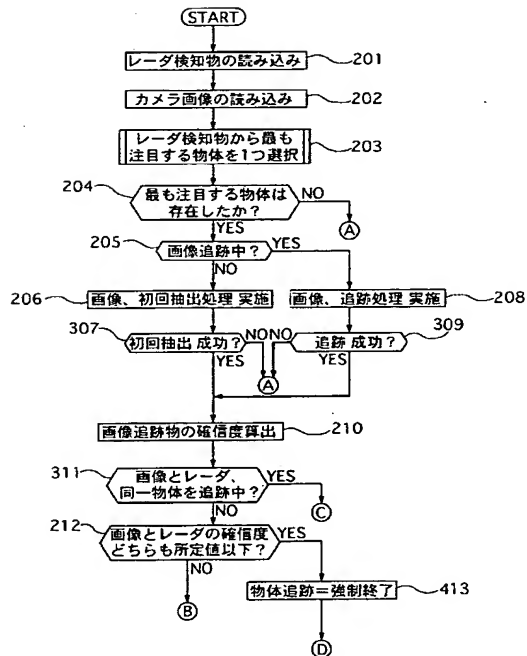


【図 11】

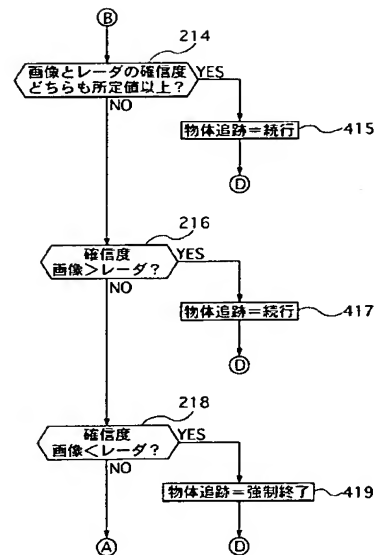
画像処理の信頼度とは画像処理の位置精度を意味している。
画像処理がデタラメに機能しているわけではない。

条件		画像処理のアクション	効果
画像処理 信頼性 =低	R又はC確信度：高	画像追跡続行	冗長系を構成でき、レーダ ロストに備える事が可能
	R又はC確信度：低	画像追跡強制終了 R検知物の位置に基づき初回抽出	位置の高精度化を行い、 将来の危険に備える

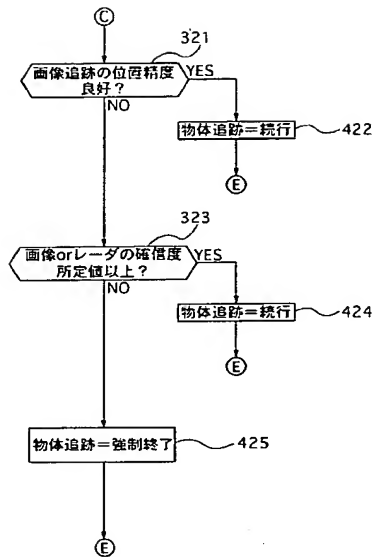
【図 12】



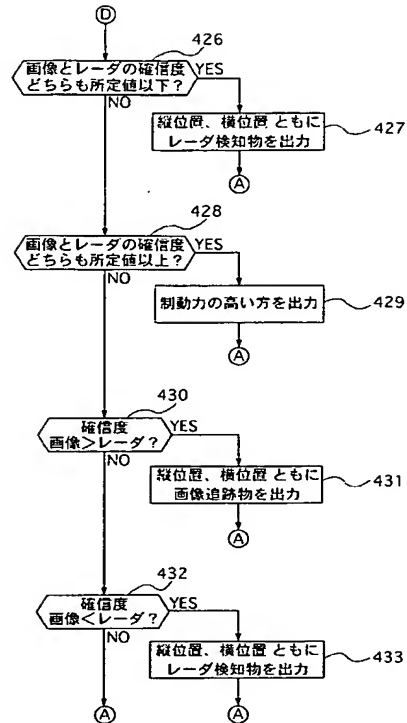
【図 13】



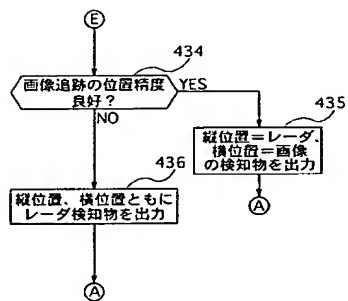
【図 14】



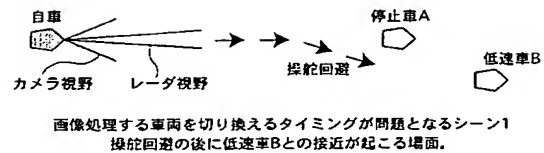
【図 15】



【図 16】



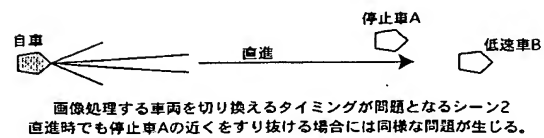
【図 18】



【図 17】

条件	縦位置	横位置	効果
レーダ検知物	R確信度<C確信度	画像追跡物体	適切な物体を後段へ出力できる
	R確信度>C確信度	レーダ検知物体	
画像検知物	R確信度、C確信度<所定値	高い制動力を必要とする物体	広い範囲に対応可
	R確信度、C確信度>所定値	レーダ検知物体	
レーダ 画像	画像処理の信頼性=高	レーダ検知物体 画像追跡物体	簡単に出力位置の高精度化が可能
	画像処理の信頼性=低	レーダ検知物体	

【図 19】



フロントページの続き(51) Int. Cl.⁷

H 0 4 N 7/18

F I

G 0 6 T 1/00 3 3 0 B

G 0 6 T 7/20 B

H 0 4 N 7/18 J

G 0 1 S 17/88 A

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 5C054 FC11 HA30

5H180 AA01 CC03 CC04 CC14 LL01 LL04 LL08 LL09 LL11

5J084 AA01 AA04 AB01 AD05 BA11 EA22 EA23

5L096 BA04 CA04 DA02 DA03 FA69 HA04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.